MAIN LIBRARY OF THE
DEPARTMENT OF AGRICULTURE
OTTAWA, ONTARIO

Book No. 630.4
C212b
B. 103-113

This book should be returned thirty days from date of loan. No stamps are necessary.

ÉTUDES SUR LES MALADIES DES CÉRÉALES

IV

LA ROUILLE DE LA TIGE DANS L'OUEST DU CANADA

Par

D. L. BAILEY

PREMIER PATHOLOGISTE EN VÉGÉTAUX, RECHERCHES SUR LES MALADIES DES CÉRÉALES, LABORATOIRE FÉDÉRAL DE RECHERCHES SUR LA ROUILLE

WINNIPEG, MAN.

MINISTÈRE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE

CANADA

BULLETIN N° 106—NOUVELLE SÉRIE

SERVICE DE LA BOTANIQUE

FERMES EXPÉRIMENTALES FÉDÉRALES

H. T. GÜSSOW

Botaniste du Dominion

Traduit au Bureau de traduction du Ministère

Publié par ordre de l'Hon. W. R. Motherwell, Ministre de l'Agriculture,

Ottawa, 1928

30·4

FERMES EXPÉRIMENTALES FÉDÉRALES

E. S. ARCHIBALD, DIRECTEUR

SERVICE DE LA BOTANIQUE

H. T. GÜSSOW, BOTANISTE DU DOMINION

BOTANIQUE ÉCONOMIQUE

Botanistes ..... J. Adams
H. Groh
Botaniste junior et bibliothécaire ..... R. A. Inglis

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

Laboratoire central, Ottawa:
Pathologistes en végétaux ..... F. L. Drayton
J. B. McCurry
Pathologiste en arbres forestiers ..... A. W. McCallum
Adjoint aux pathologistes en végétaux..... Irene Mounce
Premier inspecteur en maladies des végétaux..... J. Tucker

Charlottetown, I.P.-E.:
Adjoint au pathologiste en végétaux ..... R. R. Hurst
Premier inspecteur en maladies des végétaux..... S. G. Peppin

Kentville, N.-E.:
Pathologiste en végétaux ..... J. F. Hockey
Adjoint au pathologiste en végétaux..... K. A. Harrison

Fredericton, N.-B.:
Pathologiste en végétaux ..... J. D. MacLeod
Adjoint au pathologiste en végétaux..... J. K. Richardson

Ste-Anne-de-la-Pocatière, P.Q.:
Pathologiste en végétaux ..... H. N. Racicot

St. Catharines, Ont.:
Premier pathologiste en végétaux..... G. H. Berkeley
Pathologiste en végétaux ..... G. C. Chamberlain
Adjoint au pathologiste en végétaux ..... J. C. Perrault

Winnipeg, Man. (Laboratoire fédéral de recherches sur la rouille):
Premier pathologiste en végétaux, préposé..... J. H. Craigie
Pathologistes adjoints ..... W. F. Hanna
Margaret Newton
Pathologistes en végétaux ..... I. L. Connors
F. J. Greaney
W. L. Gordon
Adjoints aux pathologistes en végétaux..... T. Johnson
Wm Popp
B. Peturson

Saskatoon, Sask.:
Premier pathologiste en végétaux..... P. M. Simmonds
Pathologistes en végétaux, adjoints ..... G. A. Scott
R. C. Russell

Edmonton, Alta.:
Pathologistes en végétaux ..... G. B. Sanford
W. G. Broadfoot

Summerland, C.-B.:
Pathologiste en végétaux ..... H. R. McLarty
Pathologistes en végétaux, adjoints..... G. E. Woolliams
J. C. Roger

Vancouver, C.-B.:
Pathologiste en végétaux ..... Wm Newton

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. Importance économique	3
2. La cause de la rouille	3
(*a*) Cycle évolutif et développement de *Puccinia graminis*	3
(*b*) Facteurs qui influencent le développement de la rouille	9
3. L'origine et la propagation de la rouille de la tige dans l'Ouest du Canada	11
(*a*) Le rôle de l'épine-vinette	12
(*b*) Hivernage de la phase urédiniale	14
(*c*) Spores de rouille portées dans l'air dans l'Ouest du Canada et influence qu'elles exercent sur l'origine et la propagation de la rouille	16
4. La suppression de la rouille	18
A. Développement de variétés de céréales résistantes à la rouille	18
(1) Ce qui constitue une résistance adéquate	18
(2) Formes physiologiques de rouille de la tige du blé du Canada	20
(3) Réaction des variétés régulières de blé aux formes de rouille qui se rencontrent au Canada	22
(4) Développement de variétés résistantes de blé par la sélection améliorante des plantes	23
B. Autres méthodes de suppression	25
(1) Saupoudrage avec du soufre	25
(2) Pratiques de culture	29
(3) Variétés hâtives et partiellement résistantes	29
5. Recherches fondamentales	30
6. Rouille de la tige de l'avoine	31
7. Autres rouilles des céréales	31
(*a*) Rouille orange de la feuille du blé	31
(*b*) Rouille rayée du blé et de l'orge	32
(*c*) Rouille couronnée de l'avoine	32
(*d*) Rouille de la feuille de l'orge et du seigle	32
8. Résumé	33

ROUILLE DE LA TIGE DANS L'OUEST DU CANADA

PAR D. L. BAILEY*

IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

Il est à peine nécessaire d'insister sur l'importance économique de la rouille de la tige des céréales dans l'Ouest du Canada. Les pertes causées par les épidémies toujours renaissantes de ce fléau sont telles que l'on s'accorde généralement à reconnaître aujourd'hui que la rouille de la tige est le problème le plus sérieux que présente la production du blé au Manitoba et en Saskatchewan. L'épidémie la plus grave de toutes celles qui ont été notées est celle de 1916; elle a causé dans la seule récolte de blé, dans l'Ouest du Canada, une perte qui a été évaluée à $200,000,000. L'épidémie de 1923 est loin d'avoir été aussi désastreuse que celle de 1916 parce que l'étendue affectée était beaucoup moins grande. Cependant, cette année-là, le Manitoba et les districts adjacents du sud et de l'est de la Saskatchewan ont subi des pertes qui sont chiffrées par plus de $75,000,000. En 1927, nouvelle épidémie, comparable à celle de 1916 par sa gravité, son étendue et ses dégâts. Malheureusement, les pertes causées par la rouille ne se sont pas bornées à ces deux épidémies. Beaucoup de districts du Manitoba et du sud de la Saskatchewan ont plus ou moins souffert de la rouille tous les ans en ces dix dernières années. Les cultivateurs établis dans ces districts ne peuvent plus cultiver avantageusement des blés rouges, durs, de printemps; il y a eu une immense augmentation dans la production de récoltes de qualité inférieure comme les blés durum (à macaroni) et l'orge. La perte moyenne annuelle résultant de la rouille de la tige en ces vingt dernières années a été d'environ vingt-cinq millions de dollars. Ces pertes, jointes à l'incertitude de la production et aux autres facteurs secondaires de désordres, créent une situation qui nous impose l'obligation de résoudre le problème de la rouille le plus tôt possible, si l'on veut assurer l'avenir de la production des céréales dans l'Ouest du Canada.

CAUSE DE LA ROUILLE

CYCLE ÉVOLUTIF ET DÉVELOPPEMENT DE *Puccinia graminis*

Le problème de la rouille remonte aux origines mêmes de l'agriculture, et cependant, ce n'est qu'en ces tout derniers temps que nous avons recueilli des renseignements exacts et complets sur ce fléau. Les anciens Hébreux connaissaient la rouille, et leurs prophètes jugeaient qu'elle était envoyée par Dieu pour punir les enfants d'Israël de leurs fautes. Les Romains craignaient ce fléau tout autant que nous, et essayaient de prévenir ses ravages en offrant des sacrifices élaborés à des "dieux de la rouille", spécialement créés. Puis, au cours de longs siècles après l'abandon de la mythologie, l'humanité spécula sur la cause de la rouille. Les uns prétendaient qu'elle venait de l'air, d'autres qu'elle venait de l'eau, d'autres qu'elle venait de la terre tandis que d'autres encore s'imaginaient qu'elle n'était qu'un symptôme externe d'une décomposition interne de la plante. Chacun avait droit à son opinion car il était difficile d'établir qui avait raison. Enfin, vers 1600, on inventa le microscope composé qui permit d'établir définitivement à la longue que la rouille est causée par un organisme vivant. Malheureusement, le cycle évolutif de cet organisme de la rouille était l'un des plus

* Depuis que le manuscrit de ce bulletin a été envoyé à l'imprimerie, le Dr Bailey a quitté la position qu'il occupait au Ministère de l'Agriculture pour accepter la chaire de pathologie végétale à l'Université de Toronto.

compliqués que l'on connût dans le domaine de la microbiologie, et ce n'est qu'en 1848 qu'un grand mycologiste allemand, DeBary, nous donna les faits essentiels de son cycle évolutif que nous résumons ici.

Si nous prélevons sur une plante rouillée le plus petit fragment de rouille rouge que peut porter la pointe d'une lame de couteau et que nous le grossissions environ quatre cents fois, nous trouvons que ce fragment rougeâtre de rouille est composé de milliers de corps extrêmement petits, de forme ovale, de couleur canelle, ayant l'apparence de graines de mauvaises herbes en miniature. Cette apparence n'est pas trompeuse, car ce que nous voyons en effet, ce sont les semences de la plante microscopique de la rouille. Ces petits organismes sont appelés "spores". Placées dans les conditions voulues de température et d'humidité, ces spores commencent à se développer au bout d'une heure, et chacune d'elles émet un tube germinatif incolore, et filiforme. Si cette spore germante ne vient pas en contact avec une plante de blé, elle cesse de se développer dès qu'elle a épuisé la provision de nourriture qu'elle contenait, mais si elle se trouve sur une plante de blé, le tube germinatif s'introduit à travers une pore de respiration et porte l'organisme de la rouille dans les tissus mêmes de la plante. Un développement considérable du mycélium de la rouille, semblable à une moisissure,

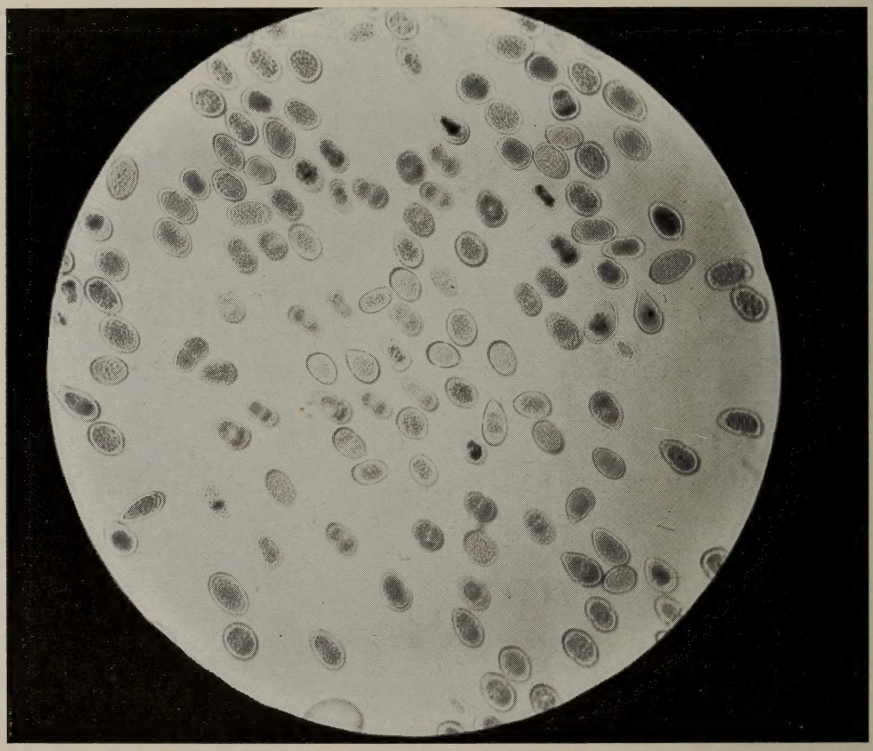

Fig. 1.—Spores d'été du champignon de la rouille *Puccinia graminis* grossies environ quatre cents fois. On les appelle également "spores rouges" et urédospores. Ces spores germent dès que les conditions sont favorables au développement et elle réinfectent le blé. (Photo—Dr. A. Savage)

se produit dans les tissus infectés et aux dépens de ces tissus, car le champignon se nourrit entièrement des cellules parmi lesquelles il se développe. Il envoie dans ces cellules des appendices qui en tirent, pour l'emploi du champignon, la nourriture qui aurait dû être utilisée dans le développement normal de la plante-hôte. L'organisme de la rouille se développe ainsi tranquillement, et sournoisement, sans donner aucune indication extérieure de sa présence, pendant cinq à

dix jours, suivant les conditions de température. Au bout de ce temps, le mycélium de la rouille se masse sur différents endroits des tissus infectés et produit une nouvelle génération de spores, qui finit par rompre la surface de la tige ou de la feuille et fait son apparition sous forme d'une tache ou d'une pustule de rouille. C'est ainsi qu'une seule spore peut produire, dans l'espace de dix à quinze jours, toute une pustule de rouille composée de miliers de spores de rouille. Chacune de ces nouvelles spores se développe dès que les conditions d'humidité et de température deviennent favorables. Comme elles sont très petites et très légères, elles se prêtent admirablement au transport par le moindre courant d'air, qui les dissémine.

La facilité avec laquelle elles se distribuent et le nombre immense de spores qui se produisent expliquent dans une large mesure la rapidité surprenante du développement de la rouille lorsque les conditions de température sont favorables. Les générations rapidement croissantes d'urédospores, produites de la façon que nous venons de décrire, expliquent le développement des épidémies désastreuses qui se produisent dans l'Ouest du Canada.

Ce cycle se répète tant que les conditions de température favorisent le développement de la rouille, ou jusqu'à ce que la récolte commence à mûrir ou à se faner. Alors, un type différent de spores apparaît. Ces spores n'ont pas une couleur orange comme les spores d'été; elles n'ont pas non plus la paroi mince et la forme ovale de ces dernières; elles sont noires, elles ont des parois épaisses, elles sont composées de deux cellules et ont la forme d'une massue. La production de ces spores noires, en nombres immenses, donne à la paille rouillée une apparence noire, et c'est cette phase de développement que l'on appelle ordinairement "rouille noire". Ces spores noires sont les spores d'hiver ou téliospores; il est évident qu'elles ont pour but de mettre l'organisme de la rouille en état de

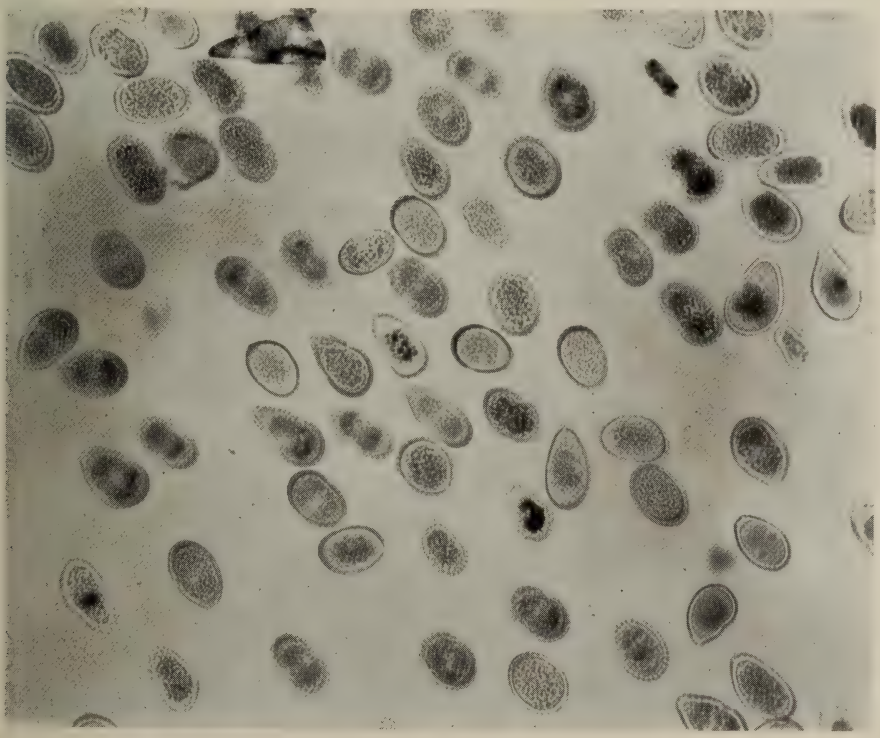

Fig. 2.—Urédospores, comme dans la Fig. 1, mais grossies encore plus. A noter les pores médianes, dans les parois des cellules, par lesquelles le tube du germe sort lorsque la spore commence à germer. (Photo—Dr. A. Savage).

FIG. 3.—Spores noires ou téliospores de *Puccinia graminis*. Dans l'Ouest du Canada, ces téliospores naissent vers la fin de l'été et à l'automne et restent dormantes tout l'hiver. La présence de ces spores sur la paille rouillée lui donne une apparence noire et explique le nom de "rouille noire" que l'on donne habituellement à cette phase. (Photo—Dr. A. Savage).

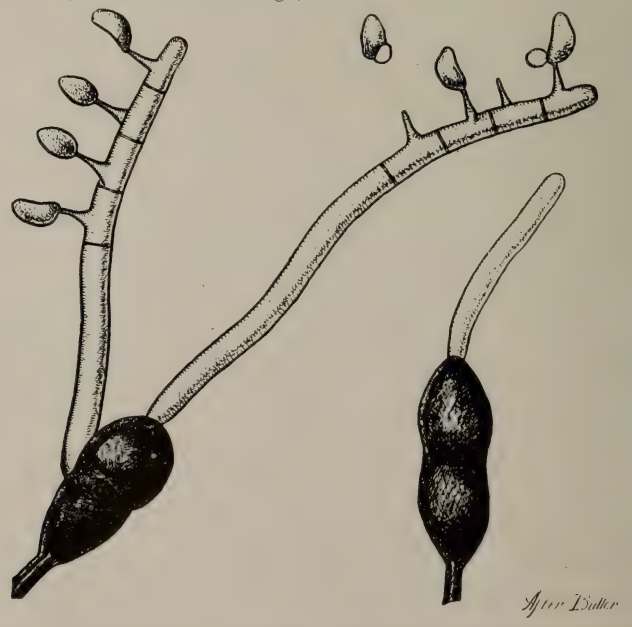

FIG. 4.—Téliospores germantes, montrant comment les spores secondaires ou "sporidies" se produisent. Cette germination se fait au commencement du printemps dans l'ouest du Canada. (D'après Buller).

résister à une saison qui s'oppose à son développement actif. Comme beaucoup de semences, elles passent par une période dormante et ne commencent à se développer que longtemps après qu'elles sont produites.

Dans l'Ouest du Canada, les spores noires sont produites à la fin de l'été et en automne et ne se mettent ordinairement à germer que le printemps suivant. Pendant cette phase de repos, elles résistent sans dommages apparents à de basses températures. Le printemps venu, elles se développent d'une façon très caractéristique: chaque cellule de la téliospore émet une végétation épaisse, en forme de tube, appelé promycélium, qui, cependant, cesse bientôt de croître et forme des parois en croix qui la divisent en quatre cellules. Il sort du côté de chacune de ces cellules une petite projection portant une spore secondaire très petite et incolore. Ce sont là les sporidies, qui sont lancées loin des projections sur lesquelles elles sont produites et qui sont ainsi mises en liberté pour être disséminées dans toutes les directions par le vent. Chose étrange, ces spores ne peuvent réinfecter le blé, quoiqu'on s'imaginerait naturellement que le blé serait leur plante-hôte. Pendant longtemps on ne s'est pas rendu compte de leur importance, mais les cultivateurs européens ont trouvé la solution du problème au commencement du dernier siècle, ils avaient constaté que, pour une raison ou pour une autre, les céréales poussant près des épines-vinettes étaient toujours plus fortement rouillées que les autres.

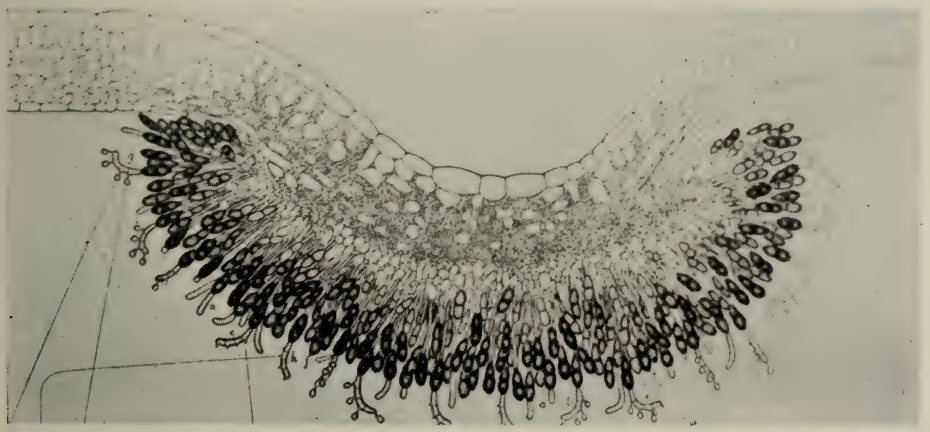

Fig. 5.—Téliospores germantes, donnant une idée du nombre immense de sporidies qui peuvent se produire. Cette gravure représente environ un vingt-cinquième de pouce de matériaux rouillés. Ces sporidies ne peuvent infecter que l'épine-vinette commune, *Berberis vulgaris*. (D'après Buller).

On suivit cette découverte, et l'on constata que les sporidies produites par les spores noires infectent l'épine-vinette. Des nombres immenses de spores extrêmement petites, apparemment inertes, appelées "pycnospores" et exsudées dans un liquide visqueux, semblable à du nectar, apparaissent alors sur la surface supérieure des feuilles infectées de l'épine-vinette. Immédiatement au-dessous de ces taches pycniales, sur la surface inférieure de la feuille, il se développe un peu plus tard des groupes de petites structures en forme de coupes et de couleur orange, appelées écidies. Ces coupes renferment les spores oranges d'un autre type, les écidiospores. Ces écidiospores ne peuvent pas attaquer l'épine-vinette, mais elles peuvent attaquer le blé et cette infction produit la phase rouge ou la phase d'été de la rouille, avec ses spores rouillées caractéristiques.

Nous avons là le cycle évolutif complet de l'organisme de la rouille. Ce cycle est résumé d'une façon graphique dans la figure 9, qui indique la forme de spores caractéristiques de chaque phase du développement avec l'hôte qu'elle attaque et l'époque de l'année où elle se produit. Ce cycle évolutif est tellement compliqué qu'il paraît être presque fantastique, mais on a constaté plus tard

FIG. 6.—Surface inférieure de deux feuilles d'épine-vinette infectées de la rouille de la tige. A noter le développement abondant d'écidies en forme de coupes.

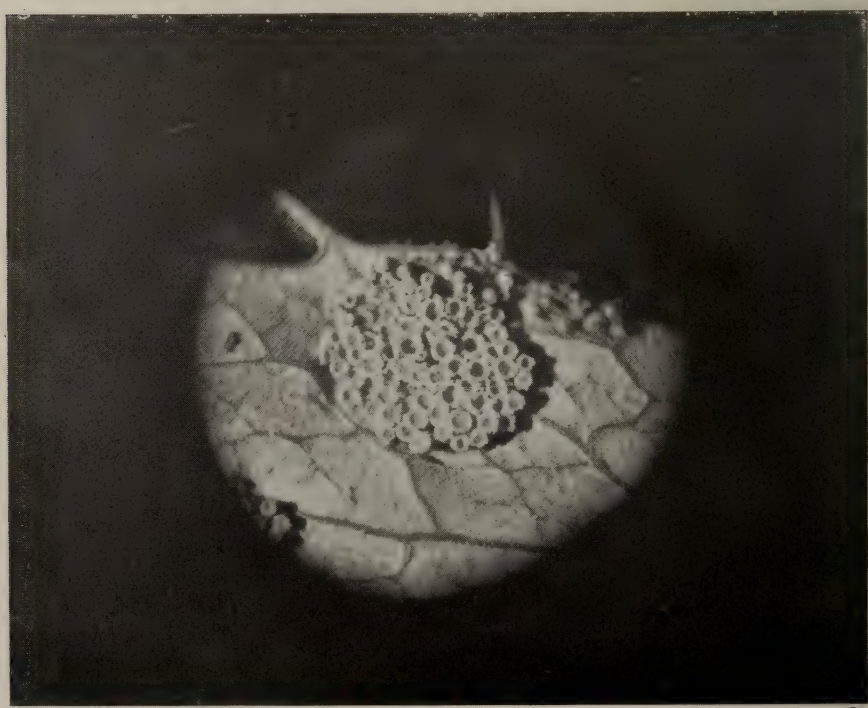

FIG. 7.—Un groupe unique d'écidies sur une feuille d'épine-vinette fortement grossi. Ces écidies en forme de coupes sont remplies d'écidiospores qui infectent les céréales et inaugurent la phase rouge de la rouille.

qu'un grand nombre de rouilles ont un développement tout aussi compliqué, et c'est pourquoi ce genre de cycle évolutif est considéré aujourd'hui comme tout à fait ordinaire par ceux qui étudient les rouilles.

FACTEURS QUI INFLUENCENT LE DÉVELOPPEMENT DE LA ROUILLE

Pour que le développement de la rouille puisse se produire, il faut que trois conditions soient remplies: (1) il faut que l'organisme de la rouille soit présent; (2) il faut que cet organisme vienne en contact avec une plante-hôte qu'il peut infecter; et (3) il faut que les conditions environnantes soient telles que l'organisme de la rouille puisse se développer et causer l'infection. On peut donc raisonnablement croire que tout ce qui influence l'un ou l'autre de ces trois facteurs peut influencer le développement subséquent de la rouille dans un cas donné. Nous discuterons plus loin les facteurs qui influencent le nombre de spores de rouille qui peuvent être présents; nous ne considérerons ici que l'influence des conditions environnantes et des relations de l'hôte sur le développement de la rouille.

Les facteurs qui influencent le plus profondément le développement de la rouille sont l'humidité et la température. Cette influence est si marquée et si évidente que même les observateurs attentifs sont portés à conclure que ces conditions de température sont la cause principale de la rouille. Cependant, la température par elle-même, quelle qu'elle soit, ne produit jamais la rouille en l'absence d'organismes de rouille, de sorte que l'influence doit être indirecte, exercée sur l'organisme de la rouille. Il est facile de le démontrer. Par exemple, on peut mettre un grand nombre de spores de rouille sur une plante de blé sensible et celle-ci ne sera jamais attaquée tant qu'elle restera sèche. L'humidité est absolument essentielle à la germination de la spore de la rouille et aux premières phases d'infection. Il faut que la plante soit recouverte d'une pellicule

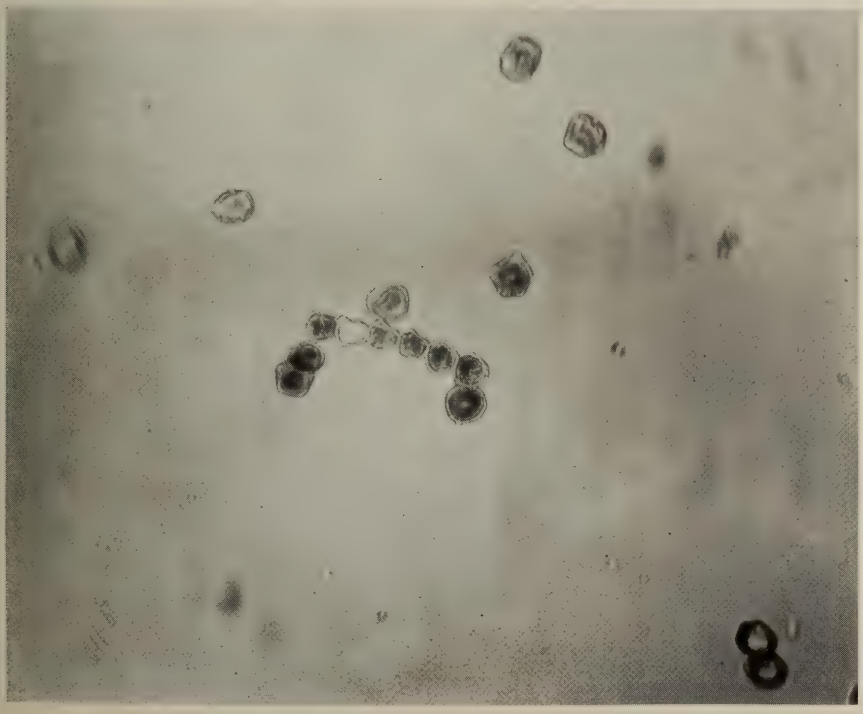

FIG. 8.—Ecidiospores, ou spores qui sont produites dans l'écidie, grossies environ quatre cents fois. Ces spores infectent les céréales et il en résulte la phase rouge ordinaire, accompagnée d'urédospores.

d'humidité assez longtemps pour que la spore puisse germer et que le tube qu'elle émet puisse pénétrer dans l'intérieur de la plante. Ceci peut se produire dans un délai de neuf à douze heures. Une fois le champignon établi dans la plante, il peut fort bien se passer d'humidité à la surface de la plante. Ceci signifie donc que toutes les spores présentes sur une plante de blé pourraient fort bien infecter cette plante sans autre humidité que celle qui est fournie par une forte rosée ordinaire d'été.

Dans toutes les phases de développement de la rouille, la température est un facteur limitatif. Les spores rouges peuvent germer et causer l'infection à

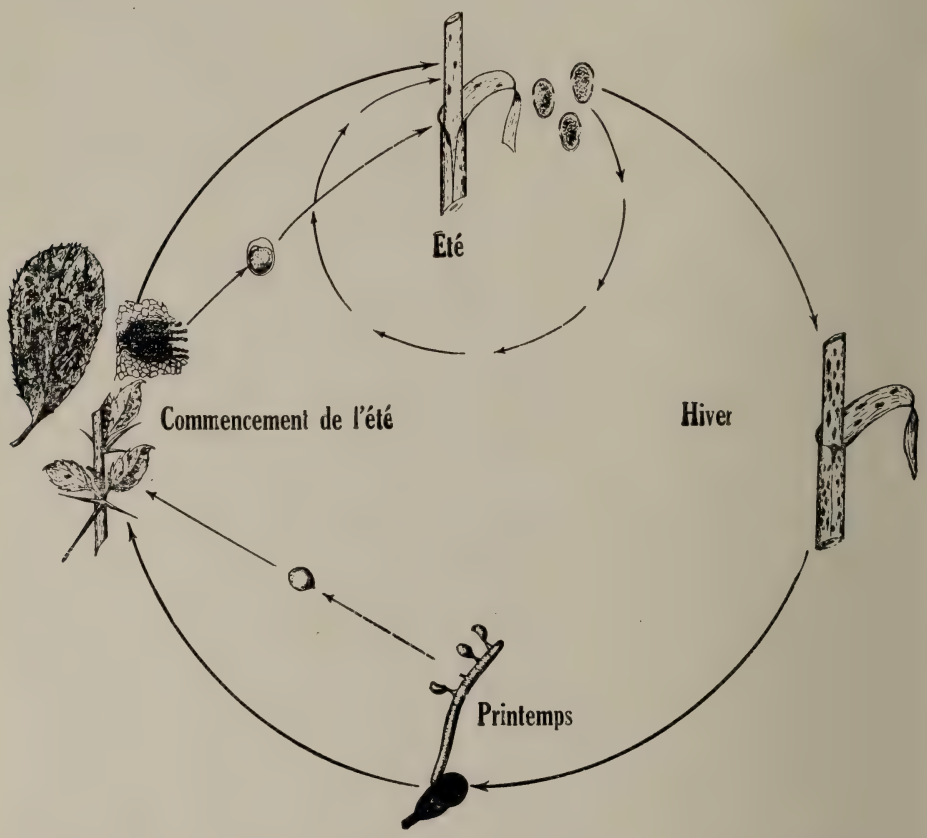

Fig. 9.—Tableau graphique représentant le cycle évolutif de *Puccinia graminis,* l'organisme qui cause la rouille de la tige. La rouille rouge ordinaire ou la phase d'été sur le blé se caractérise par la production d'urédospores qui peuvent réinfecter le blé. Ce cycle se répète tout l'été et il est suivi par la phase noire, caractérisée par la production de spores noires ou téliospores. Ces spores noires restent dormantes jusqu'au printemps puis elles produisent des spores secondaires ou sporidies qui infectent l'épine-vinette. La phase des écidies se développe sur l'épine-vinette, les écidies en forme de coupes sont remplies d'un autre type de spores, les écidiospores. Les écidiospores ne peuvent infecter l'épine-vinette mais elles infectent le blé, et la phase d'été ou la phase rouge recommence encore.

des températures très différentes, mais elles le font le plus rapidement et le plus sûrement à une température de 65 à 75 degrés F. Les époques de développement les plus rapides de la rouille sont donc celles où une température élevée s'associe à une humidité abondante. Parfois, la rouille se développe très rapidement pendant une période chaude et sèche, survenant généralement après une période fraîche et pluvieuse. Ceci s'explique de la façon suivante. Pendant un temps

frais et humide un nombre immense de spores de la rouille germent et pénètrent dans les plantes du blé. Leur développement est retardé par les températures basses qui sévissent, de sorte que le champignon reste à peu près dormant dans l'hôte. Lorsque la chaleur arrive, elle stimule le développement de ces infections et dans ces conditions que l'on ne considérerait pas ordinairement comme spécialement favorables au développement de la rouille, celle-ci fait subitement son apparition.

Les conditions de température semblent également modifier la structure de la paille du blé et influencent quelque peu la facilité avec laquelle elle se rouille. La rouille ne se développe que dans le tissu vert de la plante, de sorte que tout facteur environnant, qui tend à augmenter les tissus ligneux de renforcissement aux dépens des tissus verts, diminue d'autant les chances d'établissement de la rouille. La végétation épaisse et luxuriante sur jachère d'été est toujours plus fortement rouillée que la pousse raide et plus courte sur chaume. Ceci est dû en partie à des différences dans la paille, mais certains facteurs comme le drainage de l'air et la rétention de l'humidité entrent également en ligne de compte.

Un excès de fertilisation [2] avec des engrais azotés produit une paille succulente et très molle, comparable à la récolte épaisse qui pousse sur une jachère d'été. Par contre, l'excès de phosphate tend à produire une paille plus ferme et plus raide. C'est ainsi que les engrais chimiques peuvent influencer le degré de développement de la rouille.

L'époque de maturité influence beaucoup le degré de développement de la rouille, une différence d'une semaine sous ce rapport peut sauver ou ruiner une récolte. C'est simplement parce que la récolte tardive a plus d'occasions de se rouiller. Elle est exposée pendant une plus grande longueur de temps que la récolte hâtive et ceci se produit en outre à une période critique, lorsqu'il suffit d'un petit nombre de jours pour beaucoup augmenter le nombre de spores dans l'air et par conséquent les probabilités d'infection.

Souvent, surtout lorsque l'épidémie est légère, le développement de la rouille est très inégal, même sur un même champ où dans un même district. C'est parfois l'effet de fluctuations toutes locales dans les ondées ou les rosées, ou encore cette circonstance peut être causée par la rareté des spores de rouille. Dans ce cas, les premières infections, au lieu d'être aussi communes, sont très éparpillées et le développement peut partir de ces centres d'infection primaire. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible, dans bien des cas, d'expliquer cette différence locale, quoiqu'une étude soigneuse des conditions locales révèle souvent un facteur environnant qui influence l'humidité ou la température de l'endroit en question et explique l'anomalie.

L'ORIGINE ET LA PROPAGATION DE LA ROUILLE DE LA TIGE DANS L'OUEST DU CANADA

Si l'on tient compte du cycle évolutif de l'organisme de la rouille (voir fig. 9), il semble qu'il n'y ait que trois moyens possibles par lesquels cet organisme peut persister d'une année à l'autre dans l'Ouest du Canada. (1) Les spores noires hivernantes peuvent infecter les épines-vinettes au printemps et ces épines-vinettes à leur tour renvoient des spores noires sur le blé, ou (2) la phase urédiniale, soit sous forme de mycéliums ou d'urédospores, qui infectent le blé directement, pourrait survivre à nos hivers et provoquer directement une épidémie de rouille le printemps suivant, ou (3) l'inoculum, qui est le point de départ de nos infections les plus précoces, peut naître dans une région en dehors de l'Ouest du Canada. Ces trois possibilités ont été l'objet d'une étude assez complète.

[2] J. C. Stakman et O. S. Aamodt. The effect of fertilizers on the development of stem rust of wheat. Jour. Agr. Res. 27:6:24.

LE RÔLE DE L'ÉPINE-VINETTE

Il est heureux que l'épine-vinette (*Berberis vulgaris*) (fig. 10 et 11) n'est pas un arbrisseau indigène à l'Ouest du Canada; elle s'accommode si mal des conditions de l'Ouest qu'elle ne s'est jamais beaucoup répandue comme plante d'ornement. Partout où elle a été introduite cependant, elle a contracté la rouille, sauf dans quelques endroits exposés où elle a souvent échappé à cette

FIG. 10.—Un arbrisseau de l'épine-vinette commune, *Berberis vulgaris*. Cet arbrisseau n'atteint pas ordinairement une taille aussi grande dans l'Ouest du Canada. Photographie prêtée par le Dr. E. C. Stakman.

maladie. C'est évidemment un arbrisseau dont la culture ne devrait jamais être encouragée dans une région à céréales, et c'est pourquoi il a été mis hors la loi par un amendement à la loi des insectes et des fléaux destructeurs de 1916. Cet amendement interdit la distribution d'épines-vinettes sortant de pépinières et pourvoit l'autorité nécessaire pour l'enlèvement sans indemnité de celles qui ont déjà été introduites. Plus tard, le Ministère fédéral de l'Agriculture, agissant de concert avec les collèges d'agriculture et les Ministères provinciaux de l'agriculture des provinces des prairies, a entrepris de faire une reconnaissance[3], [4] assez complète de l'épine-vinette pour trouver et détruire tous les arbrisseaux qui avaient été introduits. Il était évident que leur nombre ne serait pas formidable, à en juger par les notes des pépinières locales. L'enquête a cou-

FIG. 11.—Une tige d'épine-vinette commune, *Berberis vulgaris*. On identifie cette espèce par les feuilles en forme de houx et les épines qui sont généralement par groupes de trois. Les baies sont portées en grosses grappes. L'épine-vinette du Japon, *Berberis Thunbergii*, est résistante à la rouille et on peut la cultiver sans danger. C'est un arbrisseau à pousse basse, sur lequel les fleurs et les baies sont portées séparément. Les épines sont aussi portées séparément au lieu d'être par groupes de trois.

[3] V. W. Jackson, W. P. Fraser et D. L. Bailey. The present status of the berberry eradication campaign in western Canada. Scientific Agriculture 5:12:25.

[4] Rapports du Botaniste du Dominion, Min. féd. de l'Agr., Canada, années 1926, 1927 et 1928.

vert toutes les villes et tous les villages du Manitoba et de la Saskatchewan, et de nouvelles reconnaissances ont été faites pendant une ou deux années dans les districts où des arbrisseaux avaient été trouvés pour voir s'ils avaient été enlevés. L'enquête n'a pas été systématique dans la campagne. On a fait cependant une enquête rurale tous les ans en même temps que l'enquête sur la rouille et les maladies des plantes.

Une exploration systématique sur un territoire de quatre cents milles carrés,[5] où les différents types de sol et les différents types de culture étaient représentés, a été effectuée en 1925 dans les districts les plus anciennement colonisés du Manitoba. Il n'a été trouvé que peu ou point d'épines-vinettes et il est évident qu'une exploration rurale systématique et générale n'était pas nécessaire. Il ne paraissait pas y avoir d'utilité à entreprendre un travail de ce genre parce que l'étude soigneuse des districts dans lesquels se trouvaient les plantations les plus anciennes n'indiquait pas que l'épine-vinette eut la moindre chance d'échapper à la culture pour se répandre dans l'Ouest du Canada.

A en juger par l'effet très limité que les épines-vinettes rouillées que nous avons trouvées exercent sur la situation générale de la rouille et les résultats négatifs qui ont suivi, croyons-nous, leur extirpation partielle, nous devons conclure que l'épine-vinette n'a jamais été un facteur important dans le problème de la rouille dans l'Ouest du Canada.

HIVERNAGE DE LA PHASE DES URÉDINIES

Plusieurs personnes[6] ont fait des observations en ces dix dernières années pour voir s'il est possible que les urédospores vivent pendant l'hiver et répandent l'infection le printemps suivant. Elles ont constaté que le pourcentage de spores viables diminue assez vite; il tombe d'une proportion de 90 pour cent vers

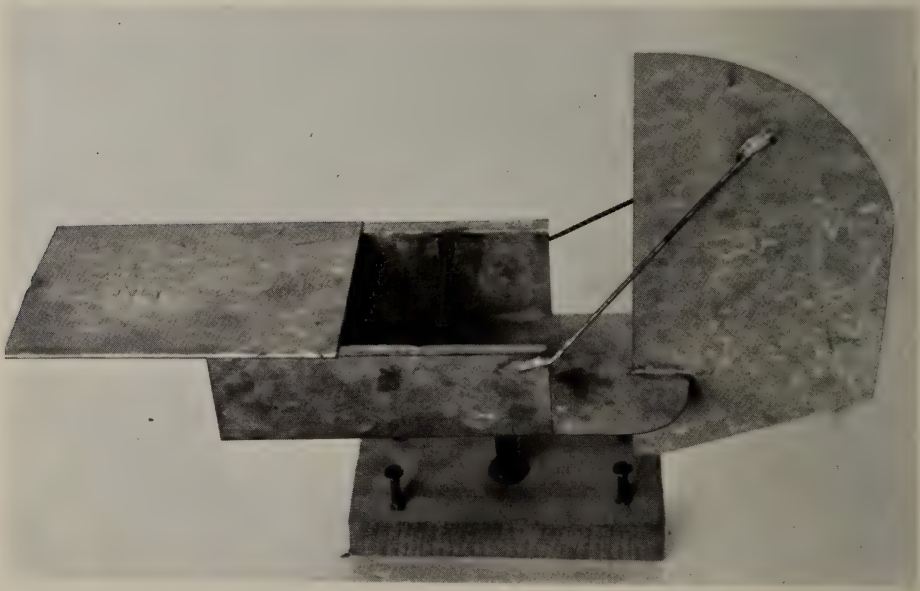

FIG. 12.—Piège stationnaire à spores. Appareil en forme de girouette, contenant une plaque de verre légèrement enduite de vaseline, faisant face au vent prédominant et protégée contre la pluie. Les plaques sont exposées pendant un ou deux jours puis on les examine au microscope pour voir le nombre de spores de rouille qu'elles ont interceptées.

[5] D. L. Bailey dans le rapport du Botaniste du Dominion, Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada, année 1925, p. 70-71, 1926.

[6] Voir rapports du Botaniste du Dominion, Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada, pour les années de 1916 à 1928.

la fin de l'été à moins de 10 pour cent au commencement de l'hiver. Ce pourcentage est assez bien maintenu tout l'hiver, mais les gelées et les dégels alternatifs du commencement du printemps l'abaissent rapidement, si bien qu'il ne reste plus que de simples traces de spores vivantes. Il s'écoule généralement

Fig. 13.—Le piège à spores, exposé sur l'aéroplane, et la bouteille dans laquelle il a été expédié pour prévenir toute contamination.

de six semaines à deux mois entre les dernières spores viables et les premiers symptômes de l'infection de la rouille au printemps. D'ailleurs, les premières infections paraissent généralement sur le blé semé au printemps plutôt que sur

les graminées vivaces et ce fait n'indique pas que les urédospores qui passent l'hiver soient la source de nos premières infections. Il y a eu cependant quelques cas où un développement localisé et prématuré de la rouille donnait fortement à croire que cette rouille avait hiverné comme mycélium ou comme urédospores. En général, cependant, on peut conclure que l'hivernage de la phase urédiniale, soit comme mycélium ou comme spores, est la grande exception plutôt que la règle. Il est même possible qu'il ne se produise jamais.

SPORES DE ROUILLE PORTÉES PAR L'ATMOSPHÈRE DANS L'OUEST DU CANADA ET LEUR RELATION À L'ORIGINE ET À LA PROPAGATION DE LA ROUILLE

Puisque l'épine-vinette rouillée et l'hivernage de la phase des urédinies contribuent si peu à la propagation de la rouille d'une année à l'autre dans l'Ouest du Canada, ces preuves négatives nous portent fortement à croire à l'existence d'une source extérieure d'infection. Cette question a été étudiée par le laboratoire fédéral de recherches sur la rouille, en collaboration avec le laboratoire fédéral de pathologie végétale à Saskatoon et la section de Winnipeg de la Force Royale Canadienne de l'Aviation. On a étudié principalement cette question en déterminant la quantité de spores de rouille contenues dans l'air au-dessus des différents districts de l'Ouest du Canada pendant toute la saison, et l'on a fait simultanément des observations soigneuses sur le développement de la rouille sur la récolte des mêmes districts.

Le piège stationnaire (fig. 12) était simplement un appareil en forme de girouette, sur lequel une petite plaque de verre de 3 pouces par 1 pouce, enduite d'une mince couche de vaseline d'un côté, avait été placée de façon à ce que cette plaque se trouve dans la direction des vents prédominants et soit protégée contre la pluie qui pourrait en laver la surface. Les spores et les petites particules de poussière soufflées par le vent venaient en contact avec la vaseline et y adhéraient. Après avoir été exposée pendant une journée et même deux jours, la plaque était remplacée par une plaque fraîche et la plaque exposée était envoyée au laboratoire le plus proche pour être examinée au microscope. Ces pièges stationnaires ont été placés à un certain nombre de stations dans le sud, le centre et le nord du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta.

Les pièges à spores exposés par aéroplanes étaient un peu différents de ceux qui précèdent. On en voit l'illustration dans la figure 13. A une face d'une pagaie une paire de plaques de verre légèrement enduites de vaseline sur la surface exposée était fixée au moyen de deux sillons parallèles. La poignée de la pagaie passait à travers un bouchon s'ajustant sur une bouteille assez grosse pour recevoir la partie de la pagaie tenant les plaques. Une pagaie ainsi préparée était placée dans une bouteille hermétiquement bouchée pour empêcher les spores de s'y introduire. Un grand nombre de ces bouteilles ont été envoyées aux différentes bases du service de l'air. Le pilote sortait la pagaie de la bouteille et la fixait par la poignée à une douille sur l'aéroplane, pour la durée de l'exposition, qui était habituellement de cinq à quinze minutes. On replaçait la pagaie dans la bouteille pour empêcher que d'autres spores ne viennent en contact avec elle et on la renvoyait au laboratoire de Winnipeg. Chaque bouteille était accompagnée de données sur l'emplacement, l'altitude et la durée de chaque exposition ainsi que de certaines données météorologiques sur la direction des vents, etc.

Des expériences de ce genre ont été conduites en ces trois dernières années[7] et beaucoup de résultats intéressants et significatifs ont été obtenus. On prend tous les ans, quelques spores sur les plaques exposées dans le sud du Manitoba et en Saskatchewan avant que l'on trouve de la rouille dans la récolte, même après des recherches longues et soigneuses. L'époque à laquelle les premières

[7] Nous renvoyons tous ceux qui s'intéressent aux détails de ces expériences au rapport du Laboratoire fédéral sur les recherches sur la rouille, dans le rapport du Botaniste du Dominion, Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada, pour les années 1925, 1926 et 1927.

urédospores sont prises sur les plaques se rattache directement à la phase du développement de la rouille plus au sud dans des régions à blé de printemps des Etats-Unis. En outre, ces premières spores sont généralement recueillies lorsqu'un vent modéré ou fort souffle du sud ou peu de temps après. Ces preuves combinées semblent indiquer que nos premières infections de rouille tous les ans dans l'Ouest du Canada sont causées par les urédospores venant du sud et portées par les vents.

Lorsque la rouille s'établit dans un district, la quantité de spores de rouille dans l'air au-dessus de ce district augmente jusqu'à atteindre un chiffre incroyable et l'épidémie est alors à son maximum. Par exemple, on a recueilli à Winnipeg, en une seule journée d'août, jusqu'à 42,000 spores sur deux pouces carrés de plaque de verre. On a recueilli également 3,500 spores sur une étendue semblable pendant une exposition de dix minutes en aéroplane à 5,000 pieds au-dessus de la région de Winnipeg Beach. Si l'on peut généraliser d'après le nombre de spores recueillies sur les plaques exposées et le nombre qui tombe à terre, les chiffres suivants s'appliqueraient au district de Winnipeg pendant l'épidémie relativement grave de la rouille en 1925. Entre le 14 juillet et le 28 juillet, il est tombé tous les jours 18 spores sur chaque pouce carré de terre. Ces spores étaient portées par le vent et venaient probablement des Etats-Unis, car il n'existait pas de rouille dans la localité à ce moment et ce sont ces spores qui ont provoqué l'épidémie qui a éclaté dans ce district vers le 1er août. Lorsque cette épidémie locale s'est manifestée, le nombre de spores a rapidement augmenté, si bien qu'il tombait environ 1,100 spores par jour sur chaque pouce carré de la surface du sol. En d'autres termes, cette pluie de spores était soixante fois plus forte après le 1er août qu'elle ne l'était pendant les 15 jours précédents.

En 1927, au Manitoba, les spores ont commencé à faire leur apparition pendant les trois derniers jours de mai et la première partie de juin. On a trouvé de temps à autre des traces de spores pendant tout le mois de juin. Une légère pluie de spores paraît être tombée dans le sud-est de la Saskatchewan vers la mi-juin et de nouveau sur la même région et sur le sud du Manitoba jusqu'à la fin du mois. La première pustule de spores trouvée sur le champ a été recueillie dans le sud du Manitoba le 6 juillet.

La marche de la rouille se fait dans une direction ouest et nord à travers l'Ouest du Canada après sa première apparition dans le sud. Ici encore les spores de rouille recueillies sur les pièges stationnaires exposés dans la Saskatchewan et l'Alberta indiquent que le fléau est en marche avant son apparition dans la récolte. En 1927, par exemple, en Alberta, on n'a pas trouvé de spores avant les derniers jours de juillet sur aucune des cinq stations où des pièges avaient été exposés. C'est là trois semaines après que la rouille avait été trouvée sur la récolte au Manitoba et deux semaines avant qu'elle ait été trouvée sur la récolte en Alberta. Le 28 juillet, et après cette date, quelques spores ont été recueillies à la station de Beaver Lodge dans le district de Rivière-La-Paix. Une légère trace de rouille a été trouvée dans la récolte vers la troisième semaine de septembre. Ceci constitue un record pour la distribution de la rouille dans le Nord-Ouest. Il semble d'après ces constatations que les bornes atteintes par la marche de la rouille dans une direction ouest chaque année sont réglées principalement par la quantité de spores produites ailleurs et par la date à laquelle ces spores sont produites; il faut, en d'autres termes, que ces spores soient produites en nombre suffisant assez tôt pour atteindre les districts les plus reculés avant que la récolte mûrisse. Le fléau n'est donc à craindre dans l'Alberta que lorsque la récolte est tardive et lorsque la rouille est abondante au Manitoba et en Saskatchewan.

La question de savoir jusqu'à quelle distance les spores de rouille peuvent être portées dans l'air tout en restant en vie est une question très intéressante, mais il serait difficile d'y répondre car il n'existe aucun moyen de déterminer l'origine

des spores prises dans les pièges. Disons cependant qu'on a recueilli, à des hauteurs de 5,000 pieds, à Norway House, Manitoba, de grands nombres de spores viables qui paraissaient avoir été portées sur une distance d'au moins 200 milles. Il est donc évident que les spores de la rouille subissent sans en souffrir de longs voyages aériens.

LA LUTTE CONTRE LA ROUILLE

On voit, par ce qui précède, qu'en ce qui concerne la rouille nous avons affaire à une plante microscopique qui vit en parasite sur les céréales et qui est adaptée d'une façon idéale pour se développer très rapidement et se propager au loin par l'entremise d'un nombre immense de spores à développement rapide, lesquelles, en raison de leur grosseur microscopique, sont distribuées promptement et sur de grandes distances par les courants d'air même les plus légers. On voit donc que, dans les conditions ordinaires, toutes les parties aériennes de la plante de blé sont sujettes à l'attaque de l'organisme de la rouille chaque fois que les conditions d'humidité et de température permettent à cette maladie de se développer. Dans ces circonstances, il est donc évident que le seul moyen de combattre la rouille est de développer des variétés résistantes de blé qui puissent végéter malgré la rouille.

LE DÉVELOPPEMENT DE VARIÉTÉS DE CÉRÉALES RÉSISTANTES À LA ROUILLE

Il est à noter que ce développement de variétés résistantes est le moyen idéal de résoudre le problème de la rouille, mais il est très compliqué et il présente d'immenses difficultés. Voyons ce qu'il comporte.

QU'EST-CE QUI CONSTITUE UNE RÉSISTANCE ADÉQUATE?

En premier lieu, il faut savoir ce qui constitue une résistance adéquate et c'est là un grand problème. On sait depuis bien longtemps que les variétés diffèrent beaucoup l'une de l'autre dans leur réaction à la rouille, mais certaines variétés n'ont pas toujours été régulières sous ce rapport dans différentes localités et en différentes années, et ce n'est que récemment que la cause de cette variation a été comprise. Jusqu'en 1896, on considérait que la rouille de la tige était une entité, et toutes les collections de rouille étaient considérées comme identiques, qu'elles aient été recueillies sur le blé, l'avoine, l'orge, le seigle, ou l'une ou l'autre des graminées sauvages sur lesquelles elle se trouvait. Vers cette époque, les pathologistes suédois Eriksson et Henning ont constaté qu'il n'en était pas ainsi. Ils ont démontré que la rouille de la tige de toutes ces provenances paraît être identique, même sous le microscope, mais qu'il y a en réalité un certain nombre d'espèces de cette rouille qui diffèrent l'une de l'autre au point de vue des hôtes qu'elles peuvent attaquer. Ils ont trouvé par exemple une forme de rouille qui peut infecter le blé et l'orge et quelques graminées étroitement apparentées, mais qui ne peut pas attaquer l'avoine, le seigle ou le mil. De même, il y a une forme sur l'avoine qui ne peut pas attaquer le blé et le seigle. Ils ont distingué de cette manière les six formes principales de rouille de la tige qui sont consignées au tableau I.

TABLEAU I.

FORMES PHYSIOLOGIQUES DE L'ORGANISME DE LA ROUILLE DE LA TIGE, *Puccinia graminis*

Puccinia graminis—1896	*Puccinia graminis*	*Tritici* sur le blé et l'orge, 1916-1928[1]	Forme 1
			" 2
			" 3
			.....
			.....
	" "	*Secalis* sur le seigle	.....
	" "	*Phleipratensis* sur le mil	Forme 40
	" "	*Avenae* sur l'avoine, 1921-1928[2]	Forme 1
			" 2
			" 3
	" "	*Poae* sur l'espèce *Poa*	" 4
	" "	*Agrostis* sur l'espèce *Agrostis*	" 5
			" 6

[1] Voir Stakman & Levine, Minn. Tech. Bul. 8: 1922.
[2] Voir Bailey, D. L., Minn. Tech. Bul. 35: 1925.

Comme ces formes de la rouille ne peuvent être distinguées l'une de l'autre par les différences de forme ou de morphologie et qu'elles ne diffèrent que par leur puissance d'infection, ou au point de vue physiologique, elles sont appelées "formes physiologiques". En 1916, Stakman du Minnesota a établi que cette spécialisation dans la puissance d'infection va encore plus loin que n'avaient démontré Ericksson et Henning. Il a constaté que la forme de rouille qui s'attaque au blé et à l'orge se compose en réalité d'un grand nombre de formes qui peuvent être séparées l'une de l'autre par leur capacité d'infection en ce qui concerne douze variétés régulières de blé. De 1916 à 1928 quarante formes différentes de rouille de la tige du blé ont été découvertes, grâce principalement aux efforts de Stakman et Levine et de leurs collaborateurs. L'étude du tableau 2, qui montre la réaction de quelques blés généralement cultivés contre cinq formes de rouille qui ont été recueillies au Canada, donne une claire idée de la différence qui existe entre ces formes. Par exemple, la forme 36 peut être distinguée des formes 21 et 19 par le blé Kanred, car le blé Kanred est sensible au n° 36 et très résistant aux n°s 21 et 19. Les formes 21 et 19 peuvent être séparées l'une de l'autre par le Marquis, car le Marquis est sensible au n° 21 et résistant au n° 19.

TABLEAU 2.

RÉACTION DE QUATRE VARIÉTÉS DE BLÉ À CINQ FORMES PHYSIOLOGIQUES DE ROUILLE DE LA TIGE DU BLÉ

Forme physiologique n°	Réaction à la rouille des			
	Marquis	Kota	Kanred	Kubanka
36	Sensible	Sensible	Sensible	Modérément sensible
21	Sensible	Sensible	Résistant	Sensible
19	Résistant	Modérément sensible	Résistant	Sensible
3	Sensible	Sensible	Sensible	Résistant
24	Sensible	Résistant	Résistant	Sensible

Puisqu'il existe différentes formes de la rouille qui peuvent agir d'une façon très différente sur la même variété de blé, il est évident que la résistance d'une variété de blé doit être indiquée en termes de formes spécifiques de la rouille. Il

ne suffit pas de dire qu'une variété est résistante, il faut savoir exactement à quelles formes de rouille cette variété est résistante et à quelles formes elle est sensible. Par exemple, le Kanred, que l'on considère généralement comme résistant, est sensible à la forme 36, et le Marquis que l'on considère comme sensible est résistant à la forme 19. De même, avant que l'on puisse choisir ou développer une variété résistante à la rouille, il faut savoir quelles formes de rouille peuvent se produire dans le district où cette variété est cultivée, ou, dans le cas qui nous occupe, avant que l'on puisse développer une variété résistante à la rouille dans l'Ouest du Canada, il faut savoir quelles formes de rouille se rencontrent dans les Provinces des Prairies.

FORMES PHYSIOLOGIQUES DE LA ROUILLE DE LA TIGE DU BLÉ AU CANADA

L'étude de cette phase du problème a été entreprise en premier lieu pour le Ministère fédéral de l'Agriculture, par le professeur W. P. Fraser, au laboratoire fédéral de pathologie végétale à Saskatoon en 1919 et continuée par lui jusqu'en

FIG. 14.—Travaux de culture en serre pour déterminer les formes physiologiques de rouille qui se rencontrent au Canada. On cultive, dans chaque pavillon, une collection de rouille venant d'une localité différente. Des cloisons en verre s'opposent aux courants d'air sans exclure la lumière. On se sert de lumière artificielle en décembre et en janvier, lorsque l'intensité de la lumière normale est trop faible pour que l'on puisse faire des travaux satisfaisants. Pour éprouver la résistance d'une variété, on transfère la rouille à dix cotylédons, on pulvérise ceux-ci avec de l'eau puis on les laisse pendant 48 heures dans la chambre humide recouverte de verre. Au bout de ce temps, la rouille s'est établie dans les tissus des plantes et l'humidité n'est plus nécessaire. On enlève donc les plantes de la chambre humide et on les remet sur le plateau de la serre pour attendre le développement de la rouille qui se produit de 10 à 18 jours après suivant les conditions de température et de lumière.

1925, puis elle a été transférée au laboratoire fédéral de recherches sur la rouille à Winnipeg, où elle a été continuée. Pendant ces années, on a cultivé dans la serre un nombre immense de collections de la rouille de la tige, venant spécialement de l'Ouest du Canada, et l'on a déterminé la réaction d'un grand nombre de variétés de blé à ces formes. Vingt-cinq formes différentes de rouille ont été

trouvées pendant ces neuf années.[8], [9] La plupart de ces formes étaient les mêmes que celles dont Stakman et Levine ont constaté l'existence en même temps dans les Etats-Unis du Nord. Quelques formes, cinq en tout, ont été recueillies, qui paraissent être différentes de toutes celles signalées aux Etats-Unis.

Les tableaux 3 et 4 donnent une liste des différentes formes de rouille qui ont été recueillies tous les ans et les endroits où elles ont été recueillies. On voit par ces tableaux que différentes formes prédominaient en certaines années et dans certaines localités. Nous n'avons pas d'explication satisfaisante à offrir pour le fait qu'une ou deux formes ont prédominé dans une certaine année, et ont été ensuite remplacées par d'autres. Il peut se faire que ces formes qui arrivent en premier lieu ou qui sont présentes en plus grand nombre dans les premières pluies de spores aient une avance sur celles qui arrivent en dernier lieu.

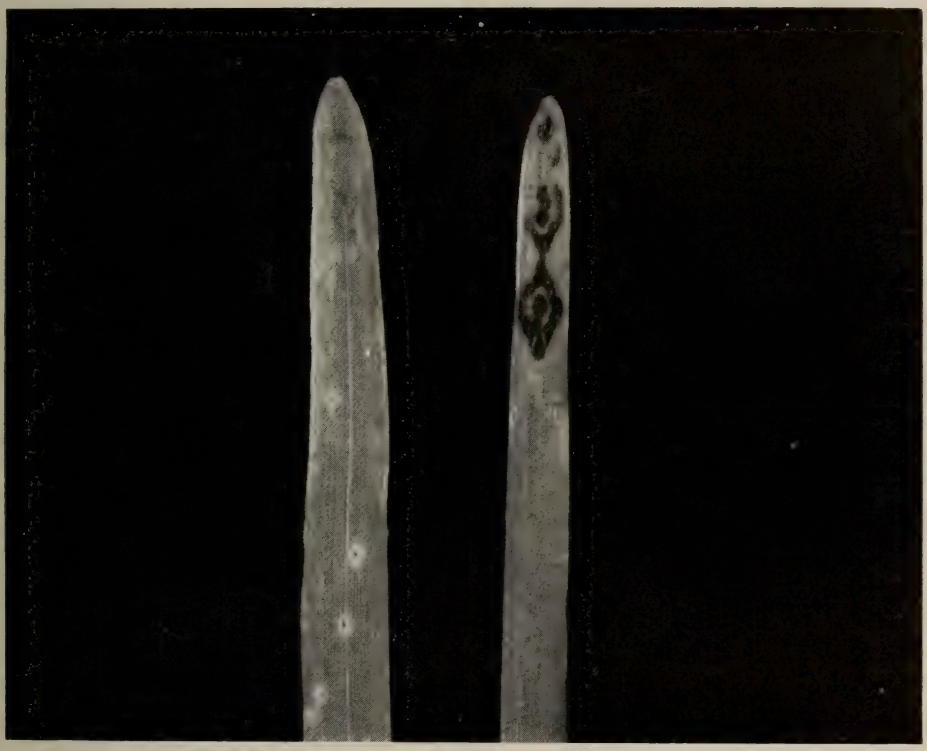

Fig. 15.—Réaction d'une variété de blé résistante et d'une variété sensible à la même forme de rouille. La feuille à droite a développé de grosses pustules saines et était évidemment sensible. La feuille à gauche était résistante. Elle n'a développé que de très petites pustules dont chacune était entourée par un tissu mort qui empêche le développement ou la propagation de la rouille.

Il peut se faire également que les variétés de blé cultivées au sud de notre territoire ou dans tout l'Ouest du Canada peuvent être la cause pour laquelle certaines formes se multiplient plus rapidement que les autres. C'est l'une des nombreuses questions que nous ne sommes pas encore en mesure de résoudre, faute de renseignements précis.

---

[8] Newton Margaret et T. Johnson. Physiologic forms of wheat stem rust in Western Canada. Scientific Agr. 7: 5: 158-161, 1927.

[9] Formes physiologiques de la rouille de la tige du blé dans l'Ouest du Canada. Rapport du Laboratoire fédéral de recherches sur la rouille, pour 1927 et 1928.

RÉACTION DES VARIÉTÉS RÉGULIÈRES DE BLÉ AUX FORMES DE ROUILLE RENCONTRÉES AU CANADA

Un grand nombre d'essais en serre ont été conduits pour connaître la réaction des variétés régulières ou nouvellement développées de blé à ces formes de rouille qui se rencontrent le plus généralement dans l'Ouest du Canada. Ces essais ont été complétés par des essais en pépinières, où la réaction à la rouille d'un certain nombre de variétés dans un grand nombre de localités différentes a été comparée. En général, ces résultats[10], [11], [12], indiquent qu'aucune de nos bonnes variétés régulières de blé n'est résistante, même aux formes de rouille les plus communes. Il est évident cependant qu'il existe une certaine somme de résistance parmi quelques-unes des variétés nouvellement développées, comme les Marquillo, H-44-24, Sélection de Parker et Axminster.

TABLEAU 3

FRÉQUENCE ANNUELLE DES FORMES PHYSIOLOGIQUES DE *Puccinia graminis Triciti* AU CANADA DE 1919 À 1926 ET NOMBRE DE FOIS QUE CHAQUE FORME A ÉTÉ RECUEILLIE TOUS LES ANS. M. NEWTON, T. JOHNSON ET A. M. BROWN, DANS LE RAPPORT DU LABORATOIRE DE RECHERCHES SUR LA ROUILLE POUR 1927.

Année	Nombre de fois que la forme a été recueillie							
	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926
Forme 1	2	1	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	–	–	–
3	–	4	3	10	10	16	–	–
9	4	8	2	3	–	–	–	1
11	2	5	2	3	5	9	–	–
12	–	2	–	–	–	5	–	–
14	–	–	–	–	–	–	–	2
15	1	–	–	–	–	–	–	2
17	9	31	27	16	10	1	–	2
18	4	7	3	2	–	–	–	–
19	1	–	–	–	–	–	–	1
21	4	–	4	24	–	1	34	86
24	1	–	1	–	–	–	–	–
29	–	17	1	–	–	–	13	29
30	–	1	–	–	–	–	1	7
32	–	4	1	–	–	–	3	12
34	–	–	–	1	3	7	1	4
36	–	–	–	2	–	–	113	217
A	–	–	–	–	–	–	–	2
B	–	–	–	–	–	–	–	3
C	–	–	–	–	–	–	–	19
D	–	–	–	–	–	–	–	1
Nombre total de formes	9	10	9	8	5	6	6	15
Nombre total de collections faites pendant l'année	28	78	44	61	29	39	175	388

Pour détails, voir les suivants:—

[10] M. Newton et T. Johnson. Greenhouse experiments on the relative susceptibility of spring wheat varieties to seven physiologic forms of wheat stem rust. Scientific Agr. 7: 5, 1927.

[11] Rapports sur les pépinières uniformes de rouille. Rapports du Botaniste du Dominion, années 1919 à 1928. Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada.

[12] C. H. Goulden: Rapport sur les essais de variétés. Rapports du Céréaliste du Dominion, années 1926 et 1928. Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada.

TABLEAU 4

DISTRIBUTION PAR PROVINCE DES FORMES PHYSIOLOGIQUES DE *P. graminis Tritici* AU CANADA EN 1927*. M. NEWTON, T. JOHNSON ET A. M. BROWN, DANS LE RAPPORT DU LABORATOIRE FÉDÉRAL DE RECHERCHES SUR LA ROUILLE EN 1927.

—	9	14	15	16	17	21	29	30	32	34	36	B	C	D	E	F
Ile du Prince-Edouard	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	....	....	....	....	....
Nouvelle-Ecosse	....	....	....	....	....	3	....	1	....	....	3	....	4	....	....	....
Nouveau-Brunswick	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	....	2	....	....	....
Québec	....	....	....	....	1	5	....	....	....	....	7	....	....	....	....	....
Ontario	....	1	....	....	2	7	....	1	....	1	7	....	1	....	....	....
Manitoba	3	6	3	....	8	50	1	4	2	7	78	4	5	6	1	....
Saskatchewan	2	....	2	....	7	50	1	2	....	4	83	2	3	....	....	1
Alberta	....	1	1	1	2	23	....	....	....	....	45	2	....	....	....	....
Colombie-Britannique	....	....	....	....	....	1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Total	5	8	6	1	20	139	2	8	2	12	225	8	15	6	1	1

*Ce tableau est incomplet, il ne représente que les collections de rouille identifiées jusqu'au 31 janvier 1928.
Nombre total de formes, 16.
Nombre total de collections, 459.

Cependant, aucune de ces espèces n'est entièrement résistante et toutes laissent à désirer sous d'autres rapports, principalement à cause de la pauvre qualité de la farine qui en provient. On a trouvé plusieurs variétés hautement résistantes de blé durum et d'amidonnier, mais naturellement celles-ci n'ont aucune utilité comme blés à pain.

DÉVELOPPEMENT DE VARIÉTÉS DE BLÉ RÉSISTANTES PAR LA SÉLECTION AMÉLIORANTE DES PLANTES

Puisque aucune des variétés résistantes de blé n'est satisfaisante, il sera nécessaire de développer, par la sélection, une variété nouvelle, possédant une résistance adéquate à la rouille et ayant en même temps, tous les autres caractères de qualité, de capacité de rendement et de hâtivité, etc., dont la combinaison est nécessaire pour faire un blé à panification satisfaisant pour l'Ouest du Canada. Deux façons de procéder s'offrent au chercheur: (1) croiser des variétés de blé durum et d'amidonnier hautement résistantes comme les Iumillo, Pentad, et Khapli, avec un blé à pain de haute qualité comme le Marquis, ou (2) combiner la résistance de blés communs, partiellement résistants, comme les Kanred, Kota, Marquillo, H-44-24, etc., en croisant ces variétés entre elles, et développer la qualité de l'hybride résultant si nécessaire par de nouveaux croisements avec le Marquis.

Le premier moyen, c'est-à-dire le croisement des blés durum et des blés communs, paraît être le plus direct, mais un grand nombre d'investigateurs[13], [14] aux Etats-Unis et au Canada n'ont pas réussi à tirer de ces croisements tout ce qu'ils désiraient en obtenir sous forme de qualité jointe à la résistance à la rouille. Ils se sont heurtés à deux difficultés principales, la parenté et la stérilité. En d'autres termes, dans les croisements de ce genre, la résistance à la rouille des parents durum était liée, par transmission héréditaire, avec tant d'autres caractères durum que les hybrides hautement résistants étaient semblables à leurs parents sous un trop grand nombre d'autres rapports pour faire des blés à pain satisfaisants. Ou encore, le croisement était fait entre des parents si différents

[13] Hayes, H. K., E. C. Stakman et O. S. Aamodt. Inheritance in Wheat of Resistance to Black Stem Rust: Phytopathology 15, 7, 371-378, 1925.

[14] Thompson, W. P. The Correlation of Characters in Hybrids of *Triticum durum* et *Triticum vulgare*. Genetics 10: 285-304, mai, 1925.

l'un de l'autre au point de vue biologique que la progéniture était stérile, ou si près d'être stérile que les combinaisons désirables étaient perdues. Le mieux que l'on ait tiré directement jusqu'ici de ce type de croisement sont des hybrides résistants, de qualité moyenne à faible, et jamais la résistance de ces hybrides n'a été aussi forte que celle des parents durum dont ils provenaient. Cependant, les croisements de blés ordinaires durum et d'amidonniers ont apporté une contribution d'une très haute importance: ils ont transmis aux variétés communes de blé une large mesure de la résistance à la rouille qui était autrefois l'apanage exclusif des blés durum et amidonniers. En d'autres termes, ils ont facilité le deuxième moyen d'attaquer le problème.

Le deuxième moyen consiste à combiner en une même variété la résistance de plusieurs blés communs, partiellement résistants; c'est là le procédé auquel on donne le plus d'attention actuellement au laboratoire fédéral de recherches sur la rouille. Les trois blés communs partiellement résistants et les plus intéressants sont les Marquillo, Double Cross Minn 825-2 et H-44-24. Toutes ces variétés sont d'origine hybride, les deux premières ont été produites par Hayes et ses collaborateurs à l'Université du Minnesota et la troisième par McFadden, de Webster, D.S. Il ressort des essais effectués en serre [10] que ces trois variétés sont résistantes à sept de nos formes de rouille les plus communes. Le programme de sélection suivi à ce laboratoire vise entièrement à combiner la résistance de ces trois variétés en une seule, et à élever la qualité de cette variété jusqu'à un type modèle satisfaisant.

Outre ce projet principal, on effectue un certain nombre de croisements supplémentaires entre les variétés régulières comme les Marquis, Rubis et Reward et des variétés partiellement résistantes. On espère que ces croisements donneront des variétés hâtives, de haute qualité, possédant une résistance considérable, en beaucoup moins de temps qu'il n'en faudrait pour obtenir une variété entièrement résistante par le procédé indiqué. On croit qu'une variété hâtive et possédant une résistance considérable diminuerait beaucoup les pertes causées par la rouille, quand bien même elle ne résoudrait pas entièrement le problème.

Le développement de nouvelles variétés au moyen de la sélection améliorante des plantes exige beaucoup de temps. Dans la première année du croisement, le pollen d'un parent est transféré mécaniquement à un certain nombre de fleurs de l'autre parent dont les organes producteurs de pollen ont été enlevés avant qu'ils soient assez mûrs pour produire ce pollen. Par exemple, les cellules femelles (ovaires) d'un parent sont fertilisées par les cellules mâles (pollen) de l'autre parent et la semence résultante présente une combinaison des caractères des deux parents. Supposons que l'on obtienne 50 semences dans l'année où l'on a fait le croisement. L'année suivante ces 50 semences sont plantées à environ 3 pouces l'une de l'autre dans la rangée pour que chacune d'elles produise autant de semences que possible cette année-là. Toutes ces 50 plantes de la première génération paraissent identiques et ressemblent aux deux parents sous bien des rapports. Si chacune de ces 50 plantes produit 300 semences, nous avons, l'année suivante, 15,000 plantes résultant de ce croisement. L'année suivante, une ségrégation se produit, c'est-à-dire, parmi les 15,000 plantes de la deuxième génération, on devrait trouver toutes sortes de combinaisons différentes de caractères de parenté. On choisit parmi elles les combinaisons qui paraissent avoir les qualités recherchées et on les soumet à une nouvelle sélection l'année suivante. Quatre ans après le croisement, on aura probablement quelques lignes sélectionnées qui se reproduisent identiquement au point de vue de la résistance et qui sont donc satisfaisantes sous ce rapport. Trois autres années sont nécessaires pour essayer les autres caractères, la capacité de rendement, l'époque de la maturité, la mouture et la panification, etc., et si tout est satisfaisant, au bout de sept années la nouvelle variété sera prête à être multipliée pour la distribution. Si la nouvelle variété laisse sérieusement à désirer sous un point quelconque, il peut être nécessaire de faire un nouveau croisement et de répéter le procédé. On

voit donc que si la ségrégation et la recombinaison des caractères dans un croisement se produisent suivant les lois fixes et définies de l'hérédité, il y a un nombre immense de possibilités, et le choix de la combinaison spéciale qui répond aux besoins spéciaux est une question exigeant le plus grand soin et le meilleur jugement.

En 1927, la pépinière hybride de ce laboratoire comptait 750,000 plantes représentant vingt croisements différents. Il y avait parmi elles plusieurs lignes

Fig. 16.—Une récolte de blé en serre. On épargne une année en faisant pousser la semence des croisements dans une serre.

d'un grand avenir mais comme ce n'était là que la troisième année de croisement, il restait encore beaucoup à faire pour l'essai de ces espèces d'avenir. Les résultats obtenus jusqu'ici cependant sont tout à fait encourageants.

AUTRES MOYENS DE COMBATTRE LA ROUILLE

Nous avons vu que le développement des variétés résistantes est sans aucun doute une solution idéale du problème de la rouille mais il exigera probablement plusieurs années. Tout autre mode d'attaque du problème qui promet une mesure de soulagement tandis que l'on travaille à la production des variétés résistantes mérite une attention sérieuse de notre part.

SAUPOUDRAGE AVEC DU SOUFRE

Le saupoudrage avec du soufre offre évidemment le meilleur moyen de combattre la rouille, en dehors du développement d'espèces résistantes. Les résultats[15], [16] obtenus en grande culture en ces trois dernières années ont dé-

Pour le détail de ces expériences, nous renvoyons le lecteur aux ouvrages suivants:—

[15] D. L. Bailey et F. J. Greaney. Preliminary experiments on the control of leaf and stem rust of wheat by sulphur dust. Scientific Agriculture 6: 113-117, 1925.

[16] D. L. Bailey et F. J. Greaney. Dusting with sulphur for the control of leaf and stem rust of wheat in Manitoba. Scientific Agriculture, 8: 7; 409-432, 1928.

montré hors de tout doute que ce moyen est efficace, même dans de graves conditions d'épidémie.

La poussière de soufre employée sur l'essai en petites parcelles a donné quelques résultats très frappants. En 1925, le rendement a été porté de 15 à 55 boisseaux par acre et la catégorie du blé de "à bétail" à N° 1 du Nord; en 1927, le rendement a été porté de 10 à 43 boisseaux et la catégorie de "à bétail" à N° 1 du Nord, dans les deux cas, uniquement en maîtrisant la rouille par un saupoudrage au soufre. L'utilité de cette méthode ne saurait être mise en doute devant ces résultats.

Il reste à savoir si cette méthode n'est pas trop coûteuse pour être utilisée dans la pratique générale ou si elle y conservera toute son utilité. Cette utilité dépend de l'effet toxique du soufre sur la germination des spores de rouille. Le soufre tue rapidement les spores de rouille qui commencent à se développer, mais si ces spores germent et pénètrent dans la plante avant que le soufre soit appliqué, le champignon est alors hors de la portée des fongicides externes et il se développe normalement, même si le soufre est appliqué plus tard. Il est donc évident que si l'on veut maîtriser la rouille au moyen du soufre, il faut saupoudrer la récolte assez souvent pour tenir la nouvelle pousse protégée et pour maintenir un enduit continuel de soufre sur les parties les plus vieilles de la plante, tant que celles-ci sont exposées aux attaques de la rouille. Ceci signifie qu'il faut protéger la récolte pendant une période de quatre à six semaines dans l'Ouest du Canada et c'est là évidemment une entreprise considérable, étant donnée l'immensité des champs de blé. Il y aurait également à dire que la valeur

Fig. 17.—L'utilité du saupoudrage avec du soufre. Les épis A et B proviennent du même groupe de semence semé en même temps. A a été saupoudré avec du soufre, B ne l'a pas été.

de la récolte par acre est trop faible pour que l'on puisse beaucoup en augmenter le prix de revient. Cependant, les expériences entreprises jusqu'ici ont fait voir que le coût du soufre lui-même ne serait pas un facteur prohibitif, mais la difficuté principale réside dans les frais d'application.

Des essais préliminaires en grande culture au moyen d'aéroplanes et de saupoudreurs tirés par des chevaux ont été conduits au Manitoba en 1927. Le saupoudreur tiré par des chevaux a fait un travail très utile et il en est résulté de ces opérations un bénéfice net de $11.87 par acre. L'objection principale dans ce cas est que la capacité de la machine est trop limitée pour que l'on puisse en recommander l'emploi sur une grande échelle dans la pratique générale de la ferme.

Fig. 18.—Saupoudrage au soufre par aéroplane pour maîtriser la rouille de la tige. Le soufre est projeté par l'hélice. L'aéroplane vole à une hauteur de 10 à 20 pieds au-dessus de la récolte, à une vitesse d'environ 100 milles à l'heure. Photographie de W. R. Leslie, ferme expérimentale de Morden, Man.

Si l'on peut développer un saupoudreur satisfaisant de ce genre sans grands frais, il semble y avoir lieu de croire que ce moyen de maîtriser la rouille pourrait être d'application générale et qu'il serait très utile.

Le saupoudrage par aéroplane a donné des résultats variables dans différentes localités, suivant les conditions locales de température et les quantités de soufre appliquées. En général, l'opération a été satisfaisante en ce qui concerne l'efficacité, elle a démontré que l'aéroplane convient bien pour ce genre de travail. De nouvelles recherches seront entreprises pour déterminer le coût de ce saupoudrage avant que l'on songe à introduire cette méthode dans la grande culture.

La valeur du saupoudrage au soufre pour protéger la parcelle de semence ou les matériaux d'exposition contre la rouille est déjà bien établie. Un lance-poussière du type général indiqué dans la fig. 20 est le plus satisfaisant pour cela. On saupoudre les parcelles dès que les premières traces de rouille apparaissent dans le district. On répète le saupoudrage une fois par semaine jusqu'à ce que la récolte commence à mûrir. Le soufre devrait être appliqué dans la quantité approximative de 30 livres par acre et toute bonne qualité de soufre passant

par un tamis de 300 mailles sera satisfaisante. Les fleurs ordinaires de soufre sont beaucoup trop grossières. On gaspille beaucoup de soufre et l'on couvre une étendue beaucoup moins grande si l'on n'emploie pas une sorte quelconque de saupoudreur.

Fig. 19.—Saupoudrage au soufre par aéroplane; on voit comment la poussière se dépose sur la récolte.

PRATIQUES DE CULTURE

Les pratiques de culture influencent le développement de la rouille presque uniquement dans la mesure où elles influencent l'époque à laquelle la récolte mûrit. On les dirigera de façon à hâter la maturité, on adoptera toutes celles qui permettent d'arriver à ce but et l'on évitera toutes celles qui retardent la maturité, dans la mesure où ce système peut s'accorder avec la bonne pratique générale de la ferme dans les districts intéressés. Le procédé le plus avantageux peut varier beaucoup dans différents districts, et c'est là une question sur laquelle le cultivateur expérimenté n'a pas besoin de guide. Dans la vallée de la Rivière Rouge et au sud du Manitoba, une expérience coûteuse pendant une longue suite

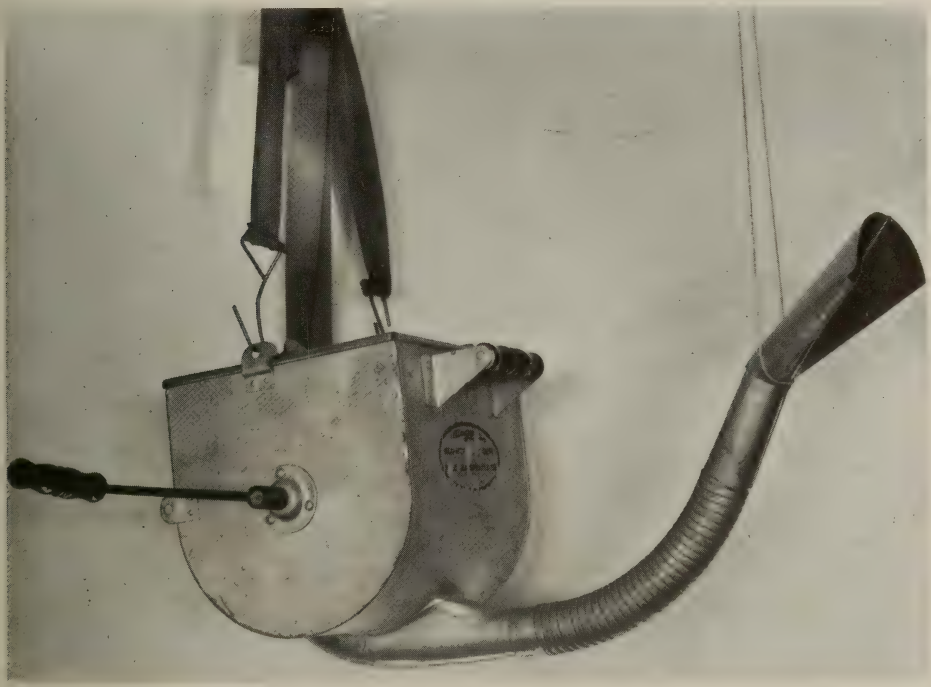

Fig. 20.—Fusil à poussière du type recommandé pour appliquer le soufre sur de petites étendues, pour traiter la semence ou les matériaux d'exposition.

d'années a démontré bien clairement qu'il est mauvais de semer le blé beaucoup plus tard que la majorité des récoltes, ou d'en semer dans les années où l'époque générale des semailles est sérieusement en retard sur la moyenne de dix ans.

VARIÉTÉS HÂTIVES ET PARTIELLEMENT RÉSISTANTES

La supériorité des variétés partiellement résistantes sur les variétés sensibles, au point de vue du rendement et de la catégorie, n'est pas à questionner. Au point de vue de la production, il semble qu'il puisse être logique de recommander l'adoption générale de variétés partiellement résistantes, mais il est à noter que la production avantageuse dépend du prix que l'on obtient pour l'article produit et que nos débouchés étrangers dépendent, dans une large mesure, de la qualité du blé que nous produisons. Presque toutes les variétés partiellement résistantes de blé à pain offertes au cultivateur à l'heure actuelle sont surtout des variétés de faible qualité. En les adoptant, nous ne ferions donc que résoudre en partie le problème de production, tout en créant d'autre part des difficultés de vente plus sérieuses.

En général les blés durum ou "blés à macaroni" offrent plus de résistance à la rouille que les blés à pain, et dans certains districts où les blés ordinaires réguliers ne peuvent être cultivés avantageusement à cause de la rouille, l'adoption de variétés durum est souvent plus avantageuse. Malheureusement, comme les blés durum sont employés presque uniquement pour le macaroni et les produits de ce genre, il y a une limite à leur écoulement; si la production dépasse la demande, une baisse sérieuse de prix est inévitable.

Les variétés hâtives de blés ordinaires qui existent à l'heure actuelle ne soutiennent pas avantageusement la comparaison avec le Marquis. Par exemple, le Prélude et le Rubis ne rendent pas autant que le Marquis, et le Garnet ne l'égale pas en qualité. Il est peut-être oiseux de faire cette comparaison car on ne cultive ces blés que dans les endroits où le Marquis ne vient pas bien. Dans bien des cas, et surtout peut-être sur terre lourde, jachérée en été, qui produit une végétation de Marquis ou de blés durum trop tardive et trop luxuriante, ces variétés sont spécialement à recommander.

Le choix de la variété la plus satisfaisante à cultiver dans une localité est un problème local, qui ne peut être résolu que par l'expérience. Il n'existe pas, pour la plupart des localités, une variété entièrement satisfaisante, et ceci explique dans une grande mesure la multiplicité de variétés que l'on rencontre aujourd'hui, spécialement au Manitoba. La plupart de ces variétés n'ont que peu ou point d'avantages en leur faveur; on pourra se procurer des renseignements sur ce sujet en s'adressant au collège d'agriculture ou à la ferme expérimentale la plus proche.

RECHERCHES FONDAMENTALES

Indépendamment des travaux que nous avons passés en revue dans les pages qui précèdent, des recherches sont en cours au laboratoire de la rouille sur des problèmes qui se sont sans doute déjà présentés au lecteur. L'un de ces problèmes est l'origine et la constance des formes physiologiques de la rouille. Il a un effet direct sur la sélection améliorante des plantes, car il est évidemment impossible de résoudre ce problème par les méthodes relativement lentes de la sélection améliorante si les formes existantes de rouille changent rapidement ou si de nouvelles formes se produisent en grand nombre.

La constance de ces formes existantes de rouille est une question difficile à éprouver expérimentalement. Les preuves que l'on a recueillies en faisant pousser différentes formes de rouille dans la serre pendant une période couvrant plusieurs années indiquent que la puissance d'infection d'une forme spéciale de rouille reste constante dans ces conditions. Dans un cas cependant, une forme de rouille qui avait une couleur normale a subitement pris [17] une couleur orange clair qu'elle a conservée pendant plus d'une année. Ce type de changement subit et inexplicable, ayant pour résultat une nouvelle condition fixée, est appelé mutation; il semble que c'est là un moyen par lequel de nouvelles formes de rouille peuvent surgir des formes existantes.

Craigie a indiqué dernièrement un nouveau moyen par lequel de nouvelles forme de rouille peuvent surgir. Il a démontré[18],[19] que la phase de développement de la rouille sur l'épine-vinette comporte un procédé sexuel très réduit mais très parfait, et que l'hybridation et le croisement de différentes espèces de rouille est donc au moins une possibilité théorique. Il semble au premier abord que cette démonstration offre une possibilité décourageante: c'est qu'un nombre illimité de formes de rouille sont produites par le croisement des quarante et quelques formes que l'on trouve actuellement sur l'épine-vinette. Il est à noter cepen-

[17] M. Newton et T. Johnson. Color Mutations in *Puccinia graminis Tritici*. Phytopathology 17: 10: 711-725. 1927.

[18] J. H. Craigie. Experiments on sex in rust fungi. Nature 120: 3012: p. 116. Juillet 23, 1927.

[19] J. H. Craigie. Discovery of the function of pycnia of the rust fungi. Nature 120: 3030 :nov. 1927.

dant que ce procédé se continue indéfiniment, quoiqu'il n'ait été découvert qu'en ces derniers temps, et que, dans ces circonstances, nous avons déjà peut-être toutes les formes hybrides que nous connaissons. Il peut se faire également que parmi les formes connues, nous ayons la combinaison particulière qui produit le maximum possible de virulence. De nouvelles recherches seront nécessaires pour résoudre ces points; en attendant, on devra s'attacher autant que possible à la sélection améliorante qui offre le plus d'espoir de résoudre le problème.

Il est possible qu'il y ait deux types différents de résistance à l'organisme de la rouille et c'est là une autre considération très significative. Dans la plupart des variétés, la réaction de la plantule à la rouille fournit un indice exact de la réaction à la même forme de rouille dans toutes les dernières phases de son développement. Il y a cependant quelques variétés comme les Acme, Kota et H-44-24 qui ne paraissent pas être dans ce cas. Vers le moment de l'épiage ces variétés acquièrent ce que l'on appelle le type de "résistance de plante adulte" qui les rend hautement résistantes à cette époque aux formes de rouille auxquelles elles étaient très sensibles dans la phase de la plantule. Comme il est rare que la rouille prenne un développement sérieux dans l'Ouest du Canada avant que la récolte ait atteint cette phase de développement, il semble que ce type de résistance serait suffisant dans nos conditions. Il y a aussi certaines indications qui nous portent à croire qu'elle serait également efficace contre toutes les différentes formes de rouille, et s'il en est ainsi, ceci devrait grandement simplifier le programme de sélection. Nous conduisons actuellement des recherches pour connaître autant que possible la nature de cette résistance et les facteurs qui influencent son expression.

ROUILLE DE LA TIGE DE L'AVOINE

Comme la rouille de la tige de l'avoine est biologiquement distincte de celle qui attaque le blé (voir page 19), il est évident que l'on doit aborder ce problème séparément et qu'il faut faire sur ce point des recherches approximativement semblables à celles que nous venons de décrire pour la rouille du blé. Ces recherches sont actuellement en cours au laboratoire de rouille. On a découvert jusqu'ici six formes physiologiques de la rouille de l'avoine.[20], [21] L'une de ces formes physiologiques est malheureusement tellement virulente qu'elle attaque promptement toutes les variétés qui se sont montrées résistantes aux cinq autres formes. Heureusement, cette forme virulente se rencontre très rarement, et si ceci se continue, on devrait résoudre le problème dans un délai raisonnable par les croisements actuellement en cours entre les variétés résistantes et les variétés régulières d'avoine. Si la forme virulente se répand, le problème ne pourra être résolu que lorsque l'on pourra trouver des variétés entièrement résistantes.

On essaie actuellement un grand nombre de variétés étrangères d'avoine dans l'espoir de découvrir les variétés résistantes à cette forme.

AUTRES ROUILLES DES CÉRÉALES

L'apparition sur les céréales d'autres rouilles que la rouille de la tige cause souvent beaucoup de confusion et de malentendu.

ROUILLE ORANGE DE LA FEUILLE DU BLÉ

Dans l'Ouest du Canada, la rouille orange de la feuille et la rouille noire de la tige du blé sont généralement confondues l'une avec l'autre, parce qu'elles apparaissent très souvent ensemble et qu'il est assez difficile de les distinguer,

[20] D. L. Bailey. Physiologic specialization in *Puccinia graminis Avenae*. Univ. of Minn. Agr. Exp. Sta. Tec. Bul. 35, 1925.

[21] W. L. Gordon. Formes physiologiques de la rouille de la tige de l'avoine. Rapport du Laboratoire fédéral de recherches sur la rouille, 1927.

du moins par une observation superficielle. Ces deux rouilles peuvent se produire sur les feuilles et sur les graines du blé, mais la rouille de la tige ne se rencontre habituellement que sur la tige elle-même. Lorsqu'elles paraissent ensemble, on peut généralement les distinguer par la couleur et par le type de la pustule de rouille produite. La pustule de la rouille de la feuille a une couleur orange typique, elle a donc une couleur beaucoup plus claire que celle de la rouille de la tige; de même, la pustule de la rouille de la feuille perce généralement à travers la surface supérieure de la feuille seulement, tandis que la rouille de la tige perce à travers les surfaces supérieure et inférieure, et la pustule est plus longue que la pustule assez ronde de la rouille de la feuille. Pour vérification finale, on peut facilement identifier ces rouilles en les examinant au microscope car elles peuvent se distinguer d'un coup d'œil par la forme des spores. La rouille de la feuille, quoique beaucoup moins sérieuse que la rouille de la tige, cause cependant des pertes appréciables,[22] et entre évidemment pour une part dans la perte totale causée par la plupart de nos fortes épidémies.

ROUILLE RAYÉE DU BLÉ ET DE L'ORGE

Cette rouille se rencontre quelque peu en Alberta sur certaines graminées sauvages et, dans une moindre proportion, sur le blé et sur l'orge. On sait qu'elle existe en Alberta depuis plusieurs années, mais elle ne paraît pas avoir trouvé des conditions environnantes qui lui conviennent dans l'Ouest du Canada car elle n'a manifesté que peu ou point de tendance à se répandre. Il faut espérer qu'elle ne dépassera pas les bornes actuelles de son territoire, car cette rouille est celle qui cause le plus de dégâts aux céréales dans bien des parties de l'Europe. On peut la distinguer des autres par sa couleur orange clair et par ses longues pustules en forme de raies.

ROUILLE COURONNÉE DE L'AVOINE

C'est là la rouille la plus destructive des céréales que nous ayons dans l'Ouest du Canada, après la rouille de la tige. Elle apparaît souvent en compagnie de la rouille de la tige de l'avoine dont elle peut cependant être facilement distinguée par sa couleur orange clair. Parfois, de même que la rouille de la tige, elle se manifeste sous forme d'épidémie générale, comme elle l'a fait en 1927, mais plus souvent elle paraît sous forme d'une épidémie locale, d'une étendue limitée. Ces épidémies locales se produisent généralement autour des plantations du nerprun européen (*Rhamnus cathartica*), qui est employé comme plante d'ornement ou comme brise-vent et qui est l'un des hôtes de cette rouille. Il agit envers elle de la même façon que l'épine-vinette agit envers la rouille de la tige. Lorsqu'on constate des épidémies locales de ce genre de rouille, on devrait se débarrasser du nerprun; la destruction de cet arbuste est autorisé dans l'Ouest du Canada par un amendement qui vient d'être ajouté à la loi des insectes et des fléaux destructeurs.

ROUILLES DE LA FEUILLE DE L'ORGE ET DU SEIGLE

Une rouille de la feuille causée par *Puccinia anomala* se rencontre rarement sur l'orge, et une rouille causée par *Puccinia dispersa* se rencontre fréquemment sur le seigle au Manitoba. Aucune de ces rouilles ne paraît avoir d'importance économique appréciable.

---

[22] C. H. Goulden. A statistical study of the characters of wheat varieties influencing yield. Scientific Agriculture 6: 10: 337-345. 1926.

RÉSUMÉ

1. La rouille de la tige est aujourd'hui le problème le plus grave que présente la production des céréales dans le Manitoba et la Saskatchewan. En ces vingt dernières années, les pertes qu'elle a causées se montaient à au moins vingt-cinq millions de dollars par année. L'épidémie la plus sérieuse a été celle de 1916, lorsque les pertes ont été évaluées à 200 millions de dollars. Il y a eu des épidémies moins graves en 1904, 1909, 1925 et 1927.

2. La rouille est causée par un parasite cryptogame que l'on appelle *Puccinia graminis*. Le cycle évolutif de cet organisme est décrit et les facteurs qui règlent son développement sont discutés dans ce bulletin.

3. L'origine et la propagation de la rouille de la tige dans l'Ouest du Canada sont indiquées en détail. L'épine-vinette ne paraît avoir que peu d'importance sous ce rapport et il ne semble pas que la phase d'été ou phase urédiniale survive à l'hiver, sauf peut-être dans des cas isolés. Les résultats des examens de la récolte, joints à l'étude de la présence des spores de rouille dans l'air, font voir que nos premières infections tous les ans proviennent de spores de rouille portées par le vent dans les régions à blé de printemps et venant du sud. La rouille apparaît d'abord dans le sud puis elle se propage vers le nord et vers l'ouest et à travers les Provinces des Prairies.

4. Le moyen qui donne le plus d'espoir de résoudre le problème de la rouille serait de développer des variétés de blé résistantes à ce fléau et de qualité satisfaisante.

Vingt-cinq formes différentes de rouille de la tige du blé ont été trouvées au Canada; elles paraissent être identiques, même au microscope, mais elles diffèrent l'une de l'autre dans leur puissance d'infection de douze variétés différentes de blé. En général, une ou deux formes de rouille se produisent très souvent et certaines autres se rencontrent moins fréquemment en certaines années. Les formes qui prédominent changent d'une année à l'autre.

Aucune de nos variétés de blé régulières n'est résistante à toutes les formes de rouille qui se manifestent actuellement dans l'Ouest du Canada. En général, ces variétés qui sont partiellement résistantes sont de pauvre qualité, et il faudrait donc développer des variétés satisfaisantes par la sélection améliorante des plantes.

Le programme de sélection améliorante des plantes du laboratoire fédéral de recherches sur la rouille vise essentiellement au développement d'une résistance adéquate par le croisement de plusieurs variétés partiellement résistantes et l'amélioration de la qualité des hybrides résultants pour obtenir le type modèle désiré. Il s'est fait environ vingt croisements différents, dont quelques-uns sont maintenant dans leur quatrième génération. Il faudra plusieurs années de travail pour mener ce programme à bonne fin.

5. Après le développement de variétés résistantes, le saupoudrage avec du soufre offre le plus d'espoir dans la lutte contre la rouille. Ce moyen s'est montré utile, mais de nouvelles recherches seront nécessaires afin de trouver un moyen satisfaisant d'appliquer la poussière d'une façon utile et économique sur de grandes étendues.

6. Dans ces régions où la culture du blé Marquis a cessé d'être avantageuse à cause de la rouille, le cultivateur fera bien d'essayer une variété à maturation plus hâtive que le Marquis ou une variété durum. Qu'il consulte sa ferme expé-

rimentale ou le collège d'agriculture le plus proche avant d'adopter de nouvelles variétés. Beaucoup de variétés n'ont en effet rien qui puisse les recommander.

7. La rouille de la tige de l'avoine est biologiquement distincte de la rouille de la tige du blé. Six formes de rouille de la tige de l'avoine ont été trouvées et des croisements sont en cours pour développer des variétés résistantes et de haute qualité.

8. Un certain nombre de rouilles à céréales autres que la rouille noire de la tige et qui se rencontrent au Canada sont décrites sommairement dans ces pages.

Ottawa: Imprimé par F. A. Acland, Imprimeur de Sa Très Excellente Majesté le Roi, 1928.

CAL/BCA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00216158 8

AUG 16 '60